

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-68942

(P2000-68942A)

(43) 公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 B 10/22

H 0 4 B 9/00

A 5 K 0 0 2

10/00

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願平10-239305

(22) 出願日

平成10年8月25日(1998.8.25)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 高橋 健一

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビルミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100087778

弁理士 丸山 明夫

Fターム(参考) 5K002 AA04 AA05 BA14 CA09 CA10

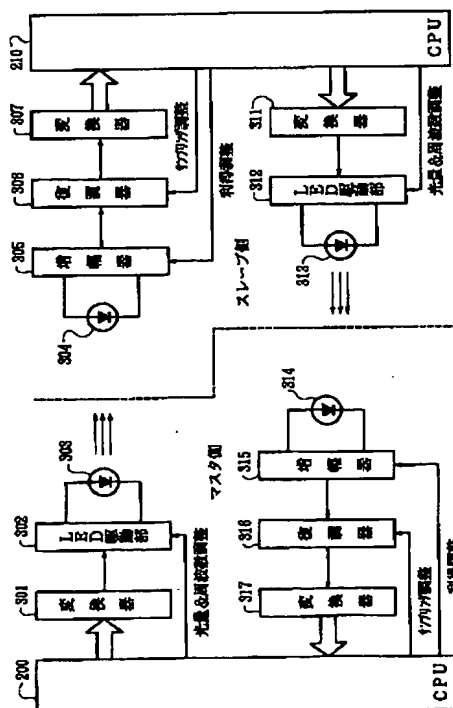
DA07 EA03 FA03 GA07

(54) 【発明の名称】 光通信回路

(57) 【要約】

【課題】 光通信回路に於いて、発光素子や受光素子の劣化や汚れに起因する送受信の信頼性の低下を防ぐ。

【解決手段】 CPU 200側の回路部とCPU 210側の回路部の間の通信を、一方の回路部の発光素子303(313)から発した光を他方の回路部の受光素子304(314)で受けることによって行う光通信回路に於いて、発光素子303(313)の駆動電流、発光素子303(313)の駆動周波数、受光素子304(314)の光電変換利得、受光素子304(314)の出力信号の波形整形用の閾値、波形整形後の信号のサンプリング周波数の少なくとも1つを調整することにより送受信の信頼性を維持する、ことを特徴とする光通信回路。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の回路部と第 2 の回路部の間の通信を、第 1 の回路部の発光素子から発した光を第 2 の回路部の受光素子で受けるとともに、第 2 の回路部の発光素子から発した光を第 1 の回路部の受光素子で受けることによって行う光通信回路に於いて、第 1 の回路部から第 2 の回路部の発光素子の発光状態を指示して第 1 の回路部の受光素子で受光した結果と、第 2 の回路部から第 1 の回路部の発光素子の発光状態を指示して第 2 の回路部の受光素子で受光した結果に基づいて、光通信回路のパラメータを調整する、ことを特徴とする光通信回路。

【請求項 2】 請求項 1 に於いて、光通信回路のパラメータは、発光素子の駆動電流、発光素子の駆動周波数、受光素子の光電変換利得、受光素子の出力信号の波形整形用の閾値、波形整形後の信号のサンプリング周波数、から選ばれた 1 又は 2 以上のパラメータである、ことを特徴とする光通信回路。

【請求項 3】 第 1 の回路部と第 2 の回路部の間の通信を、一方の回路部の発光素子から発した光を他方の回路部の受光素子で受けることによって行う光通信回路に於いて、発光素子の駆動電流、発光素子の駆動周波数、受光素子の光電変換利得、受光素子の出力信号の波形整形用の閾値、波形整形後の信号のサンプリング周波数の少なくとも 1 つを調整することにより送受信の信頼性を維持する、ことを特徴とする光通信回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光通信回路に関する。本発明の光通信回路は、例えば、画像形成装置内等のように、発光素子や受光素子に汚れが付着し易い環境や、特性が劣化し易い環境でも、データ送受信の信頼性を維持することができる。

## 【0002】

【従来の技術】 複写機等の画像形成装置には複数の基板が搭載されている。これらは、電磁波のノイズの影響を低減したり、狭い空間にケーブルを引き回す作業を省くこと等を目的として、発光素子と受光素子を用いた光通信で接続される場合がある。また、画像形成装置とオプション装置との間も、ケーブル接続の手間を省くこと等を目的として、同様に光通信で接続される場合がある。

【0003】 特開平 4-114553 号公報、特開平 4-115769 号公報、特開平 4-152360 号公報には、画像形成装置の光通信システムに於いて、通信コマンドによる送受信の監視やリセットを行い、一時的な送信エラーの場合は、マスター CPU を自動復帰させる技術が開示されている。特開平 4-44109 号公報、特開平 4-44110 号公報には、光通信手段による通信が可能か否かを、一対の受発光素子を設けることで検出するようにした電気装置が開示されている。特開昭 60-18937 号公報には、光電変換素子の特性の変化

や汚れの付着等による出力低下に応じて判断レベルを追随させることで、情報の読み取りを可能にした光検出回路が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 図 5 は、従来の光通信方式の一例である。LED 駆動信号により LED が発光され、その発光光量は、電流制限抵抗 R1 により固定値とされている。LED から発せられた光はフォトダイオードにて受光されて光電流に変換される。この光電流は、オペアンプによって電圧信号に変換される。電流電圧変換効率は、抵抗 R2 によって固定値とされている。オペアンプから出力されるアナログ電圧信号は、コンパレータにより波形整形される。コンパレータの閾値は、抵抗 R3 と R4 によって固定値とされている。

【0005】 図 8 は、図 5 の発光素子の駆動信号・受光側での光電変換後の電圧信号・コンパレータの出力信号・サンプリングパルスを示し、(a) は発光素子と受光素子に汚れや劣化が無い場合、(b) は汚れや劣化がある場合を示す。

【0006】 図示のように、発光素子の駆動信号に対して、光電変換後の電圧信号は、発光素子の発光特性や受光素子の応答特性のために伝達遅延を有し、立ち上がり立ち下がり傾きを持つ。このため、この電圧信号を所定の閾値で 2 値化して得られるコンパレータの出力は、そのハイ/ロー比が、発光素子の駆動信号のハイ/ロー比とは、若干異なる。このコンパレータの出力が、サンプリングによりデジタル信号に変換される。

【0007】 発光素子や受光素子に汚れや劣化が無い場合であれば、図 8 (a) のように、上記の処理によって得られるデジタル信号は元の信号と同等である。しかし、発光素子や受光素子に汚れや劣化が有る場合には、発光素子の発光特性や受光素子の応答特性が劣化する結果、図 8 (b) のように、伝達遅延時間、立ち上がりの傾き、立ち下がりの傾き、波高値が変化し、コンパレータの出力のハイ/ロー比は、発光素子駆動信号のハイ/ロー比と異なるようになって、サンプリング処理後のデジタル信号から元の信号を復号できなくなるという問題が生ずる。本発明は、この問題を解決することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、発光素子(例: LED)の発光光量、発光素子の駆動周波数、受光素子(例: フォトダイオード)の光電流/電圧信号の変換の利得、波形整形のための閾値、サンプリング間隔、の少なくとも 1 つを変化させることにより、上述の問題を解決するものである。

【0009】 請求項 1 の発明は、第 1 の回路部と第 2 の回路部の間の通信を、第 1 の回路部の発光素子から発した光を第 2 の回路部の受光素子で受けるとともに、第 2 の回路部の発光素子から発した光を第 1 の回路部の受光

素子で受けることによって行う光通信回路に於いて、第 1 の回路部から第 2 の回路部の発光素子の発光状態を指示して第 1 の回路部の受光素子で受光した結果と、第 2 の回路部から第 1 の回路部の発光素子の発光状態を指示して第 2 の回路部の受光素子で受光した結果に基づいて、光通信回路のパラメータを調整する、ことを特徴とする光通信回路である。

【0010】請求項 2 の発明は、請求項 1 に於いて、光通信回路のパラメータが、発光素子の駆動電流、発光素子の駆動周波数、受光素子の光電変換利得、受光素子の出力信号の波形整形用の閾値、波形整形後の信号のサンプリング周波数、から選ばれた 1 又は 2 以上のパラメータである、ことを特徴とする光通信回路である。

【0011】請求項 3 の発明は、第 1 の回路部と第 2 の回路部の間の通信を、一方の回路部の発光素子から発した光を他方の回路部の受光素子で受けることによって行う光通信回路に於いて、発光素子の駆動電流、発光素子の駆動周波数、受光素子の光電変換利得、受光素子の出力信号の波形整形用の閾値、波形整形後の信号のサンプリング周波数の少なくとも 1 つを調整することにより送受信の信頼性を維持する、ことを特徴とする光通信回路である。

【0012】例えば、光電変換後の電圧信号の波形が図 9 (a) の破線のように劣化している場合、発光素子の光量をアップしたり、光電変換の利得を改善することで、同図の実線のように、立ち上がりの傾き、立ち下がり傾きの傾き、波高値を改善することができ、その結果、コンパレータ出力のハイ/ロー比を発光素子の駆動信号のハイ/ロー比に近づけることができる。また、コンパレータの閾値を変更することで、その出力を、さらに発光素子の駆動信号に近づけることができる。

【0013】また、図 9 (b) に示すように、発光素子の駆動周波数を変更したり、サンプリング周期を変更することで、光電変換後の電圧信号の波形のハイ確定期間を確保できる。このため、波形整形及びサンプリング処理が可能となり、復号化処理が可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、複写機の本体と操作パネルの通信に本発明を適用した場合に即して、本発明の実施の形態を説明する。

【0015】1. 複写機の機構

図 1 は複写機全体の機構を示す。機体 1 は給紙ユニット 21 の上に載置されており、機体 1 の上には自動原稿搬送装置 51 が設けられている。機体 1 内の略中央部には感光ドラム 2 が設けられている。感光ドラム 2 は矢印方向に回転駆動されて、イレーサランプ 3 と、帯電チャージャ 4 とによって、画像形成領域が一様な帯電状態にされる。この帯電状態にされた表面には露光光学系 5 によって、機体 1 上面のプラテンガラス 6 上に位置決めされた原稿の像が露光され、原稿画像に対応した静電潜像を

形成する。感光ドラム 1 上の静電潜像は、現像器 7、8 の何れかによって現像されて顕像となる。感光ドラム 1 上の顕像は転写チャージャ 9 と対向する転写部にて、給送されてくる転写シート上に転写チャージャ 9 によって転写される。

【0016】転写部には、機体 1 に備える手差し給紙口 22 から手差し給紙される転写シートや、給紙ユニット 21 に装着されている各給紙カセット 23～25 の何れかから給紙される転写シートが給送されて、前記したように画像を転写される。転写後の転写シートは感光ドラム 1 から分離された後、吸引式搬送ベルト 10 によって定着器 11 に送り付けられて定着処理される。定着後、転写シートは機体 1 外の排紙トレイ 12 に排出される。

【0017】手差し給紙口 22 には手差しテーブル 26 が設けられており、手差し給紙される転写シートを必要に応じてガイドする。各給紙カセット 23～25 は、給紙ユニット 21 の全面周壁に設けられた各給紙口 27～29 に着脱可能にセットされており、給紙ローラ 30～32 の選択的な駆動によって、給紙口 27～29 にセットされている給紙カセット 23～25 内の転写シートの中の所定のものを給紙することができる。

【0018】手差しテーブル 26 や給紙カセット 23～25 から給紙される転写シートは、搬送ローラ 35～42 によって転写部に向けて搬送される。この搬送される転写シートは、停止状態で待機しているタイミングローラ 45 に送り付けられて先端の整合によりスキューが防止されるとともに、タイミングローラ 45 の駆動開始時期によって転写部への給送タイミングを調整され、感光ドラム 1 上に形成されている顕像の先端と転写シートの先端とが一致するようにされる。

【0019】自動原稿搬送装置 51 は、プラテンガラス 6 上に開いたり閉じたりできるように設けられている。自動原稿搬送装置 51 は、機体 1 と電氣的に接続され、且つ所定位置に閉じられたことが図示しないスイッチによって検出されると、機体 1 と自動原稿搬送装置 51 との制御は互いに間連付けられ、機体 1 の動作モードが自動原稿搬送モードに切り換えられる。

【0020】自動原稿搬送モードは、自動原稿搬送装置 51 に設けられているスタートキー 52 が操作されることにより、機体 1 が待機状態のまま自動原稿搬送装置 51 が動作を開始し、原稿送り出し部 55 の原稿トレイ 53 にセットされた原稿を、搬送部 56 のプラテンガラス 6 とその上の搬送ベルト 57 との間に送り出し、搬送ベルト 57 によってプラテンガラス 6 上の所定の露光位置まで搬送して停止させる。このとき自動原稿搬送装置 51 から機体 1 へスタート信号が発せられて、複写動作が開始される。また、露光位置の原稿に対する最終の露光走査が終了すると、機体 1 から自動原稿搬送装置 51 にその旨の信号が発せられ、自動原稿搬送装置 51 は搬送ベルト 57 によって原稿を排紙トレイ 54 上に排出す

る。

【0021】露光光学系5は、ミラー・スキャン方式のものであり、投影レンズ61の光軸方向の移動により複写倍率を変更することができる。照明光源62と第1ミラー63とを有する第1のスライダ64は $V/m$  ( $V$  = 感光ドラムの周速,  $m$  : 複写倍率) の速度でスキャン動作するのに対して、第2と第3のミラー65、66を有する第2のスライダ67は $V/2m$  の速度で移動され、これにより、スキャン中の各倍率に応じた光路長を一定に保っている。

【0022】機体1は複写に際して転写シートを選択するモードとして、転写シートのサイズを自動的に選択する用紙自動選択モード (APSモード) と、オペレータが転写シートのサイズを設定するマニュアルモードとを有する。APSモードは、複写倍率を固定し、露光に供される原稿のサイズとその固定倍率とから、最適な転写シートサイズを判別して、対応する給紙口を自動的に選択し、選択した給紙口から転写シートを給紙するモードである。マニュアルモードは、複写倍率と転写シートサイズを任意に選択して複写動作を行うモードである。APSモードでの原稿サイズ検出等のために、自動原稿搬送装置51の搬送部56の原稿挿入口の近傍には、挿入される原稿のサイズや向きにかかわらず、原稿を検出できるように配置されて、原稿の搬送方向のサイズ即ち原稿長さを検出する原稿長さセンサ72と、挿入される原稿の幅によって検知/非検知の2状態をとる原稿幅センサ73とが設けられており、この2つのセンサ72、73からの検出信号を機体1側で受けることにより、原稿のサイズと向きを識別するように構成されている。なお原稿のサイズ検出機構は上記構成に限られるものではなく、既知の種々の構成を採用してよい。

【0023】給紙ユニット21には、前記各モードにて自動選択され、又はマニュアル選択されたサイズの転写シートを複写に供するために、各給紙口27~29にセットされた給紙カセット23~25内の転写シートの有無を検出するセンサ75~77、セットされている給紙カセット23~25に収容されている転写シートの残量を検出するセンサ78~80、収容されている転写シートのサイズを検出するセンサ81~83が設けられている。また、各給紙口27~29にセットされた給紙カセット24~26から給紙があった場合、これを検出する給紙センサ84~86も設けられている。一方、機体1の手差し給紙口22には転写シートが手差しされたことを検出する手差しセンサ87と、手差し転写シートが給紙されたことを検出する手差し給紙センサ88が設けられている。また、タイミングローラ45の直前には、給紙口27~29や手差し給紙口22から給紙された転写シートを検出するセンサ89が設けられており、このセンサ89による転写シートの検出によって、タイミングローラ45をオンするタイミングが制御される。なお、

機体1内には、機体1内の機構を駆動するメインモータ91が設けられている。また、給紙ユニット21には、給紙ユニット21内の機構を駆動する給紙モータ92が設けられている。

#### 【0024】2. 操作パネル.

機体1には、図2に示すような操作パネル101が設けられている。図中、102はコピースタートのためのプリントキー、103~112は0~9までを置数するテンキー、113はコピー枚数等のクリアやコピー動作の停止等に用いられるクリア・ストップキー、114はAPSモード/AMSモード/マニュアルのモードを選択するモード選択キー、115と116は複写倍率のアップキーとダウンキー、117は各種メッセージ表示用のLCD表示部であり、前記の置数や設定倍率が表示される。以上の各キー、表示部117の表示内容、機体1、給紙ユニット21内の入出力は、図3に示す制御回路によって制御される。

【0025】この操作パネル101を制御するCPU210と、機体1及び給紙ユニット21を制御するCPU200とは、本発明の光通信によって接続される。

#### 【0026】3. 複写機の制御回路.

図3に複写機の制御回路を示す。複写機本体 (機体1と給紙ユニット21) を制御するCPU200 (マスターCPU) と、操作パネル101を制御するCPU210 (スレーブCPU) との間で、光通信が行われる。CPU200は、ペーパー搬送システム、作像システム、原稿露光システム、原稿検知システム等の一連の複写動作に必要なシステムを制御する。CPU210は、LED102~116、LED211、LCD回路214~215を制御する。

【0027】CPU200は、ROM204に格納されたソフトウェアプログラムにしたがって、複写機本体内のセンサ等からの入力処理、負荷等への出力制御、通信用回路201へのアクセスを行う。制御用RAM205はバックアップ用バッテリー206を有し、データの保持が可能である。CPU210は、ROM212に格納されたソフトウェアプログラムにしたがって制御を行う。

#### 【0028】4. 光空間通信を行う回路.

LED303は、本体側のCPU200から通信用回路201へ送られて変調されたデータに従って発光される。この光は操作パネル側のフォトダイオード304により受光され、通信用回路216で復調されて、CPU210に取り込まれる。これにより、本体側のCPU200から操作パネル側のCPU210へデータが送られる。

【0029】同様に、LED313は、操作パネル側のCPU210から通信用回路216へ送られて変調されたデータに従って発光される。この光は本体側のフォトダイオード314により受光され、通信用回路201で

復調されて、CPU 200に取り込まれる。これにより、操作パネル側のCPU 210から本体側のCPU 200へデータが送られる。

【0030】図4は、図3内で本体側と操作パネル側の間の光通信に関与する部分（図3の通信用回路201と216、LED 303と313、フォトダイオード304と314、CPU 200と210）を示すブロック図である。

【0031】CPU 200（本体側）からのパラレルデータは、変換器301によりシリアルデータに変換され、このシリアルデータに従ってLED駆動部302がLED 303を駆動して発光させる。この光は、フォトダイオード304（操作パネル側）で受光されて電気信号に変換され、増幅器305により増幅され、復調器306にてデジタルシリアルデータに復調された後、変換器307にてパラレルデータに変換されて、CPU 210に入力される。

【0032】同様に、CPU 210（操作パネル側）からのパラレルデータは、変換器311によりシリアルデータに変換され、このシリアルデータに従ってLED駆動部312がLED 313を駆動して発光させる。この光は、フォトダイオード314（本体側）で受光されて電気信号に変換され、増幅器315により増幅され、復調器316にてデジタルシリアルデータに復調された後、変換器317にてパラレルデータに変換されて、CPU 200に入力される。

【0033】CPU 200（又は210）は、後述する手順に従い、LED 303（又は313）の駆動電流の調整、LED 303（又は313）の発光周波数の調整、増幅器315（又は305）の利得調整、波形整形のための閾値の調整、復調器316（又は306）のサンプリング周波数の調整を行うことで、複写機内部の光空間通信の送受信の誤りを低減している。

【0034】ここで、増幅器の利得等を調整するための機構を説明する。図6は、増幅器305と315の内部構成の一例を示す。フォトダイオード304（又は314）から出力された信号は、オペアンプ352等によって電圧信号に変換されて、次段のオペアンプ353に入力される。この信号は、オペアンプ353及び利得調整回路354により、CPU 210（又は200）からの利得調整信号に従って決まる所定の利得で増幅される。利得の調整は、図示の例では、アナログスイッチSW 1、SW 2、SW 3を用いて負帰還の条件を変えることで行われる。オペアンプ353から出力された信号は、コンパレータ355にてデジタル信号に変換される。この変換時、コンパレータ355は、CPU 210（又はCPU 200）からのデジタル閾値調整信号をD/A変換器356にてD/A変換して得たアナログ閾値調整信号をRef信号として入力することにより、閾値を調整する。

【0035】次に、復調器のサンプリング周波数を調整するための機構を説明する。図7は、復調器306と316の内部構成の一例を示す。増幅器305（又は315）からの出力は、サンプリング回路360でサンプリングされる。サンプリングクロックは、発振器364とプログラブルカウンタ362によりCPU 210（又は200）からの指示値に基づいて生成される。サンプリング回路360によりスタートビットが認識されると、カウンタ363でサンプリングクロックに基づいてデータ取り込み用のラッチ信号が生成されて、フリップフロップ361に送られる。これにより、フリップフロップ361にてデータが補足されて、増幅器305（又は315）からの出力が所定データ長のシリアルデータに変換される。

【0036】5. 調整手順。

次に、CPU 200とCPU 210により、光通信回路の送受信の信頼性を維持するために、光通信のパラメータ（発光素子の駆動電流、受信側の利得、発光周波数）を調整する手順を、フローチャートを参照して説明する。

【0037】5-1. メインルーチン。

図10（a）はCPU 200のメインルーチンのフローチャート、（b）はCPU 210のメインルーチンのフローチャート、（c）はCPU 200のメインルーチン内の通信確認動作手順のフローチャート、（d）はCPU 210のメインルーチン内の通信確認動作手順のフローチャートである。

【0038】図10（a）に示すように、複写機本体に電源が投入されると、CPU 200では、RAMのクリア、標準複写モードの設定等を行う初期設定が行われ（S11）、さらに、通信確認動作手順が実行される（S13）。その後、内部タイマのスタート（S21）、各種センサや通信データの入力の受け付け処理（S23）、複写動作の開始～終了の一連の動作を実行させるための処理（S25）、制御信号や表示信号を処理して出力するための処理（S27）が、内部タイマで管理される時間毎に（S29）、繰り返して実行される。

【0039】図10（b）に示すように、複写機本体に電源が投入されると、CPU 210では、RAMのクリア、標準複写モードの設定等を行う初期設定が行われ（S51）、さらに、通信確認動作手順が実行される（S53）。その後、内部タイマのスタート（S61）、操作パネル上の各種のキーや通信データの入力の受け付け処理（S63）、本体からのデータを処理したりLED点消灯やLCDの表示信号を処理して出力するための処理（S67）が、内部タイマで管理される時間毎に（S69）、繰り返して実行される。

【0040】図10（c）と（d）に示すように、CPU 200とCPU 210の通信確認動作手順は、スタ

ィック設定 (S31, S71) と、ダイナミック設定 (S33, S73) から成る。スタティック設定 (S31, S71) では、LED303, 313の駆動電流と、フォトダイオード314, 304側の受信利得が設定される。ダイナミック設定 (S33, S73) では、LED303, 313の発光周波数が設定される。

【0041】5-2. スタティック設定 (図11~14) .

マスター側とスレーブ側の各々で、所定時間の経過が待機される (S101, S301)。マスター側とスレーブ側の各調整動作を同時に開始するためである。また、マスター側とスレーブ側の各々で、受光側の増幅器305と315の利得が所定値に設定される (S102, S302)。下記のステップS103~S109と、ステップS303~S308の処理で、所定のパターンを正確に計測するためである。

【0042】ステップS103~S109とステップS303~S308は、マスター側が調整動作を行うためのステップである。まず、LED303を、所定時間、所定の駆動電流で、所定パターンで発光させて、スレーブ側へ光信号を送る (S103, 通信(1))。この光信号は、スレーブ側に対して、LED313を所定時間、所定電流で発光させることを指示する信号である。この信号の発光パターンは、予め定められている。

【0043】スレーブ側は、上述の指示を、ステップS303, S306, S307のループで待機する。待機のためのカウント周期は基準クロックパルスの数で規定される。この待機中に、所定時間を経過しても上述の指示が検出されない場合は (S307:NO)、エラー処理を行う (S308)。

【0044】スレーブ側に於いて上述の指示が検出されると (S303:YES)、指示された駆動電流値で、指示された時間、LED313を発光させる (S304, 通信(2))。ステップS305では、検出された信号パターンが、所定の最終パターンに該当するか否かが判定され、所定の最終パターンでない場合は (S305:NO)、ステップS303に戻り、上述の処理を繰り返す。検出された信号パターンが所定の最終パターンの場合は (S305:YES)、ステップS309に進む。

【0045】マスター側では、ステップS103で上述の指示を行った後、スレーブ側からの通信(2)を、ステップS104, S107, S108のループで待機する。待機のためのカウント周期は基準クロックパルスの数で規定される。この待機中に、所定時間を経過してもスレーブ側からの通信(2)が検出されない場合は (S108:NO)、エラー処理を行う (S109)。

【0046】マスター側に於いてスレーブ側からの通信(2)が検出されると (S104:YES)、その通信(2)時の増幅器315の出力レベル (アナログ電圧

値)を読み込み、RAM205に格納する (S105)。つまり、スレーブ側に指示した所定電流値での駆動による所定時間の発光に対応するマスター側増幅器の出力レベルをRAM205に記憶する。ステップS106では、スレーブ側へのステップ103での指示が所定回数に達したか否かが判定され、所定回数に達していない場合は (S106:NO)、ステップS103に戻って上述の処理を繰り返す。つまり、1回の通信が失敗しても直ちにエラーにはしない。ステップS108の所定値とステップS106の規定回数の比が許容するエラー発生率である。なお、平均値を採る等の統計的処理をしてもよい。これらのことは、以下の同様の処理についても同様である。一方、スレーブ側への指示が所定回数に達した場合は (S106:YES)、ステップS110に進む。

【0047】ステップS110では、マスター側の増幅器315の利得が所定値に設定される。同様に、ステップS309では、スレーブ側の増幅器305の利得が所定値に設定される。

【0048】ステップS310~S316と、ステップS111~S116は、スレーブ側が調整動作を行うためのステップである。まず、LED313を、所定時間、所定の駆動電流で、所定パターンで発光させて、マスター側へ光信号を送る (S310, 通信(3))。この光信号は、マスター側に対して、LED303を所定時間、所定電流で発光させることを指示する信号である。この信号の発光パターンは、予め定められている。

【0049】マスター側は、上述の指示を、ステップS111, S114, S115のループで待機する。また、所定時間を越えて上述の指示が無い場合は (S115:NO)、エラー処理を行う (S116)。

【0050】マスター側に於いて上述の指示が検出されると (S111:YES)、指示された電流値で、指示された時間、LED303を発光させる (S112, 通信(4))。ステップS113では、検出された信号パターンが、所定の最終パターンに該当するか否かが判定され、所定の最終パターンでない場合は (S113:NO)、ステップS111に戻り、上述の処理を繰り返す。検出された信号パターンが最終パターンの場合は (S113:YES)、ステップS117に進む。

【0051】スレーブ側では、ステップS310で上述の指示を行った後、マスター側からの通信(4)を、ステップS311, S314, S315のループで待機する。また、所定時間を越えてスレーブ側からの通信(4)が検出されない場合は (S315:NO)、エラー処理を行う (S316)。

【0052】スレーブ側に於いてマスター側からの通信(4)が検出されると (S311:YES)、その通信(4)時の増幅器305の出力レベル (アナログ電圧値)を読み込み、RAM217に格納する (S31

2)。つまり、マスター側に指示した所定電流値での駆動による所定時間の発光に対応するスレーブ側増幅器の出力レベルをRAM 217に記憶する。ステップS 313では、マスター側へのステップ310での指示が所定の規定回数に達したか否か判定され、達していない場合は(S 313: NO)、ステップS 310に戻り、上述の処理を繰り返す。一方、スレーブ側への指示が所定回数に達した場合は(S 313: YES)、ステップS 317に進む。

【0053】ステップS 117では、先述の結果に基づいて、マスター側の増幅器315の利得と、スレーブ側のLED 313の駆動電流値を決定する。また、決定したスレーブ側のLED 313の駆動電流値を、スレーブ側に指示する(S 117、通信(5))。

【0054】スレーブ側は、上述の通信(5)の指示を、ステップS 317、S 320、S 321のループで待機する。また、所定時間を越えて上述の指示が無い場合は(S 321: NO)、エラー処理を行う(S 322)。また、スレーブ側に於いて上述の通信(5)の指示が検出されると(S 317: YES)、LED 313の駆動電流値を、指示された値に設定する(S 318)。

【0055】ステップS 319では、先述の結果に基づいて、スレーブ側の増幅器305の利得と、マスター側のLED 303の駆動電流値を決定する。また、決定したマスター側のLED 303の駆動電流値を、マスター側に指示する(S 319、通信(6))。

【0056】マスター側は、上述の通信(6)の指示を、ステップS 118、S 120、S 121のループで待機する。また、所定時間を越えて上述の指示が無い場合は(S 121: NO)、エラー処理を行う(S 122)。また、マスター側に於いて上述の通信(6)の指示が検出されると(S 118: YES)、LED 303の駆動電流値を、指示された値に設定する(S 119)。

【0057】5-3. ダイナミック設定(図15~18)。

マスター側とスレーブ側は、各々、先述のスタティック設定で決定されたLEDの駆動電流値と、増幅器の利得の設定を確認する(S 201、S 401)。

【0058】ステップS 202~S 208と、ステップS 402~S 407は、マスター側が調整動作を行うためのステップである。まず、LED 303を、決定された駆動電流値で、最小の周波数で、所定パターンで発光させて、スレーブ側へ光信号を送る(S 202、通信(7))。この光信号は、スレーブ側に対して、LED 313を、所定の周波数で発光させることを指示する信号である。この信号の発光パターンは、予め定められている。

【0059】スレーブ側は、上述の指示を、ステップS

402、S 405、S 406のループで待機する。また、所定時間を越えて上述の指示が無い場合は(S 406: NO)、エラー処理を行う(S 407)。

【0060】スレーブ側に於いて上述の指示が検出されると(S 402: YES)、LED 313を指示された周波数で所定時間発光させる(S 403、通信(8))。ステップS 404では、検出された信号パターンが、所定の最終パターンに該当するか否か判定され、最終パターンでない場合は(S 404: NO)、ステップS 402に戻り、上述の処理を繰り返す。検出された信号パターンが最終パターンの場合は(S 404: YES)、ステップS 408に進む。

【0061】マスター側では、ステップS 202で上述の指示を行った後、スレーブ側からの通信(8)を、ステップS 203、S 206、S 207のループで待機する。また、所定時間を越えてスレーブ側からの通信(8)が検出されない場合は(S 207: NO)、エラー処理を行う(S 208)。

【0062】マスター側に於いてスレーブ側からの通信(8)が検出されると(S 203: YES)、その通信(8)時の増幅器315の出力レベル(アナログ電圧値)のピークホールド値を読み込み、その値をRAM 205に格納する(S 204)。つまり、スレーブ側に指示した所定周波数での駆動による発光に対応するマスター側増幅器315の出力レベルのピークホールド値をRAM 205に記憶する。なお、増幅器315の利得は、スタティック設定により決定された値である。ステップS 205では、スレーブ側へのステップ202での指示が所定の規定回数に達したか否か判定され、達していない場合は(S 205: NO)、ステップS 202に戻り、上述の処理を繰り返す。スレーブ側への指示が所定回数に達した場合は(S 205: YES)、ステップS 209に進む。

【0063】ステップS 408~S 414と、ステップS 209~S 214は、スレーブ側が調整動作を行うためのステップである。まず、LED 313を、決定された駆動電流値で、最小の周波数で、所定パターンで発光させて、マスター側へ光信号を送る(S 408、通信(9))。この光信号は、マスター側に対して、LED 303を、所定の周波数で発光させることを指示する信号である。この信号の発光パターンは、予め定められている。

【0064】マスター側は、上述の指示を、ステップS 209、S 212、S 213のループで待機する。また、所定時間を越えて上述の指示が無い場合は(S 213: NO)、エラー処理を行う(S 214)。

【0065】マスター側に於いて上述の指示が検出されると(S 209: YES)、LED 303を指示された周波数で所定時間発光させる。(S 210、通信(10))。ステップS 211では、検出された信号パター

ンが、所定の最終パターンに該当するか否か判定され、最終パターンでない場合は（S211：NO）、ステップS209に戻り、上述の処理を繰り返す。検出された信号パターンが最終パターンの場合は（S211：YES）、ステップS215に進む。

【0066】スレーブ側では、ステップS408で上述の指示を行った後、マスター側からの通信（10）を、ステップS409、S412、S413のループで待機する。また、所定時間を越えてマスター側からの通信（10）が検出されない場合は（S413：NO）、エラー処理を行う（S414）。

【0067】スレーブ側に於いてマスター側からの通信（10）が検出されると（S409：YES）、その通信（10）時の増幅器305の出力レベル（アナログ電圧値）のピークホールド値を読み込み、その値をRAM217に格納する（S410）。つまり、マスター側に指示した所定周波数での駆動による発光に対応するスレーブ側増幅器305の出力レベルのピークホールド値をRAM217に記憶する。なお、増幅器305の利得は、スタティック設定により決定された値である。ステップS411では、スレーブ側へのステップ408での指示が所定の規定回数に達したか否か判定され、達していない場合は（S411：NO）、ステップS408に戻り、上述の処理を繰り返す。スレーブ側への指示が所定回数に達した場合は（S411：YES）、ステップS415に進む。

【0068】ステップS215では、先述の結果に基づいて、スレーブ側のLED313の発光周波数を決定する。また、決定したスレーブ側のLED313の発光周波数を、スレーブ側に指示する（S215、通信（1））。

【0069】スレーブ側は、上述の通信（11）の指示を、ステップS415、S416、S417のループで待機する。また、所定時間を越えて上述の指示が無い場合は（S417：NO）、エラー処理を行う（S418）。また、スレーブ側に於いて上述の通信（11）の指示が検出されると（S415：YES）、LED313の発光周波数を、指示された値に設定する（S419）。

【0070】ステップS420では、先述の結果に基づいて、マスター側のLED303の発光周波数を決定する。また、決定したマスター側のLED303の発光周波数を、マスター側に指示する（S420、通信（12））。

【0071】マスター側は、上述の通信（12）の指示を、ステップS216、S217、S218のループで待機する。また、所定時間を越えて上述の指示が無い場合は（S218：NO）、エラー処理を行う（S219）。また、マスター側に於いて上述の通信（12）の指示が検出されると（S216：YES）、LED30

3の発光周波数を、指示された値に設定する（S220）。

【0072】このように、本装置の光通信回路では、マスター側とスレーブ側で、それぞれ相手の発光素子の発光を指示して、その発光状態を自己の受光素子で検出し、その結果に基づいて、光通信のパラメータを調整している。

【0073】6. 他の例。

上述の例は、複写機本体と操作パネル間の通信に本発明の光通信回路を適用した場合であるが、本発明は複写機本体と操作パネル間に限らず、装置内に複数の基板が設けられている場合について適用可能である。例えば、画像形成装置であれば、メインCPU、スキャン用のCPU、画像処理用のCPU、電子写真方式のレーザ駆動用のCPU等との間での通信や、さらに、本体と原稿搬送装置やソータ、フィニッシャー、給紙トレイ等のオプション装置との通信についても同様に適用できる。

【0074】

【発明の効果】本発明では、発光素子（例：LED）の発光光量、発光素子の駆動周波数、受光素子（例：フォトダイオード）の光電流／電圧信号の変換の利得、波形整形のための閾値、サンプリング間隔、の少なくとも1つを変化させるため、発光素子や受光素子の劣化や汚れ等に起因する送受信の信頼性の低下を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態の複写機の機構を模式的に示す中央断面図。

【図2】図1の複写機の操作パネルの一部を示す説明図。

【図3】図1の複写機の制御回路の構成を示す回路図。

【図4】図3内の通信用回路とその周辺を示すブロック図。

【図5】光通信回路を示す回路図。

【図6】図4内の増幅器305、315の構成例を示す回路図。

【図7】図4内の復調器306、316の構成例を示す回路図。

【図8】発光素子の駆動信号・光電流の電圧変換後の波形・波形整形後の波形・サンプリングパルスを示し、

（a）は劣化等の無い場合、（b）は有る場合を示す。

【図9】発光素子の駆動信号・光電流の電圧変換後の波形・波形整形後の波形・サンプリングパルスを示し、

（a）は発光素子の光量アップ、受光側の利得改善、閾値変更により劣化等の影響を除去した場合、（b）は発光素子の駆動周波数を変更することで劣化等の影響を除去した場合を示す。

【図10】CPU20-0とCPU210の処理を示し、

（a）はCPU20-0のメインルーチン、（b）はCPU210のメインルーチン、（c）は（a）の通信確認動作手順、（d）は（b）の通信確認動作手順を示す。



【図11】図10(c)のスタティック設定処理の一部を示すフローチャート。

【図12】図10(c)のスタティック設定処理の残部を示すフローチャート。

【図13】図10(d)のスタティック設定処理の一部を示すフローチャート。

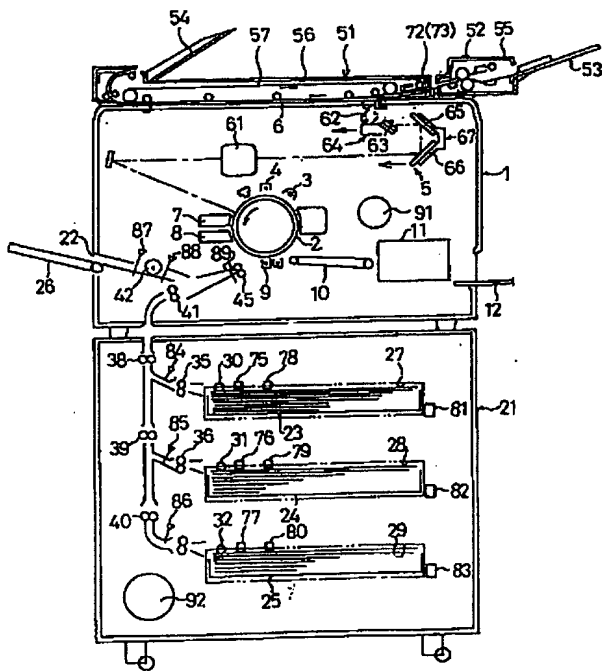
【図14】図10(d)のスタティック設定処理の残部を示すフローチャート。

【図15】図10(c)のダイナミック設定処理の一部を示すフローチャート。

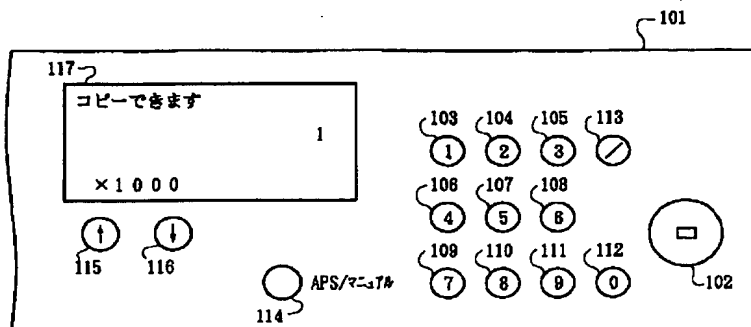
【図16】図10(c)のダイナミック設定処理の残部を示すフローチャート。

【図17】図10(d)のダイナミック設定処理の一部

【図1】



【図2】



を示すフローチャート。

【図18】図10(d)のダイナミック設定処理の残部を示すフローチャート。

【符号の説明】

305 増幅器 (スレーブ (操作パネル) 側)

315 増幅器 (マスター (本体) 側)

303 発光素子 (LED; マスター (本体) 側)

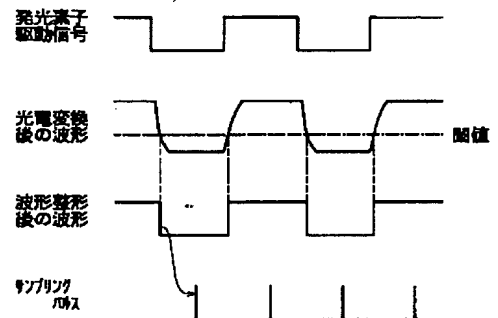
313 発光素子 (LED; スレーブ (操作パネル) 側)

10 304 受光素子 (フォトダイオード; スレーブ (操作パネル) 側)

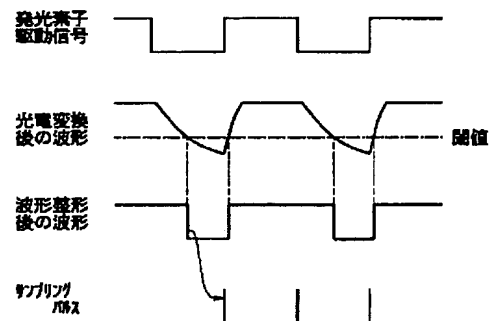
314 受光素子 (フォトダイオード; マスター (本体) 側)

【図8】

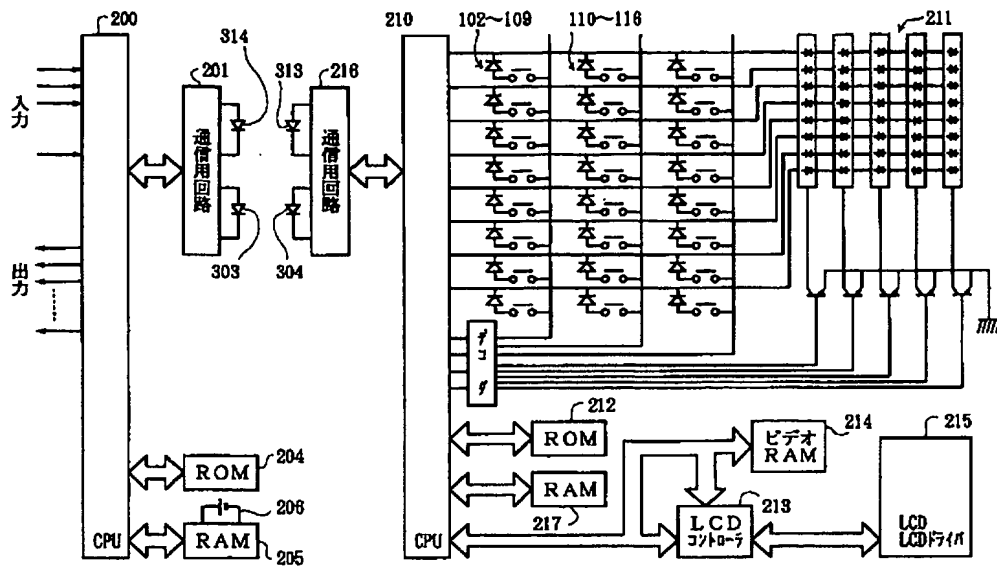
(a)



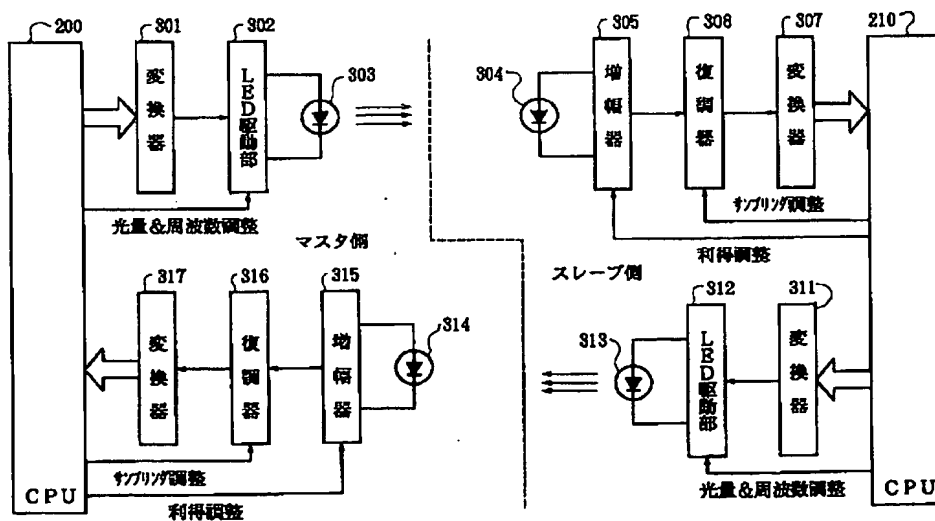
(b)



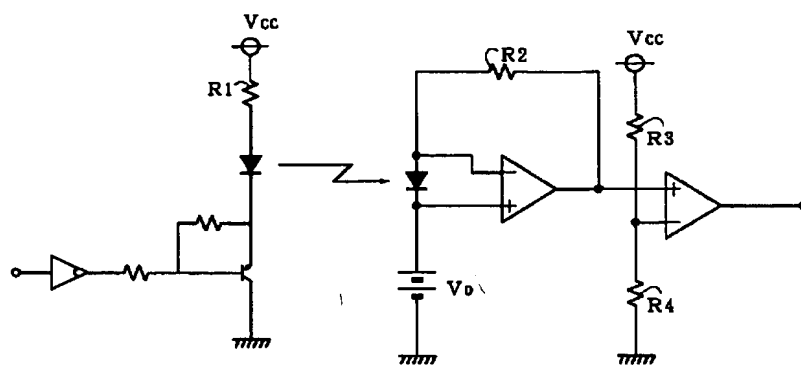
【図 3】



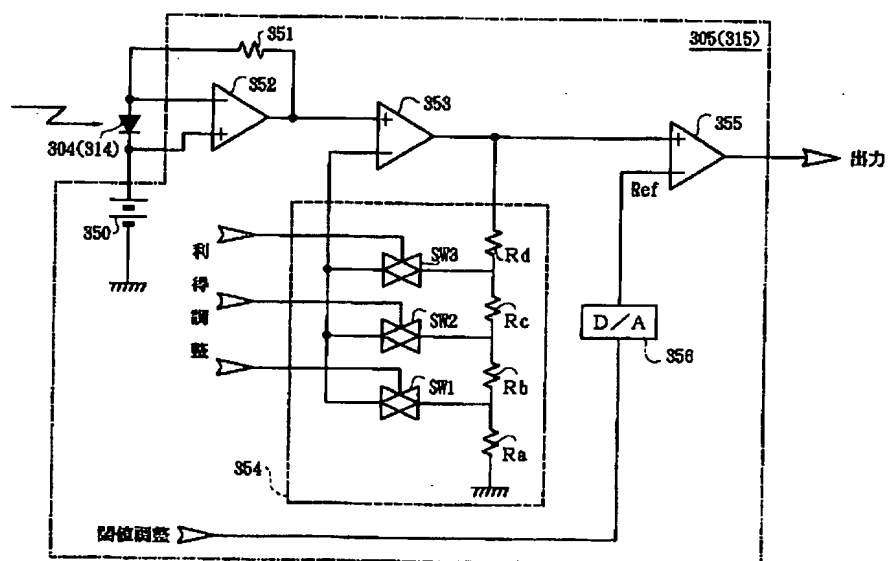
【図 4】



【図 5】



【図 6】



(a)

発光素子駆動信号

光電変換後の波形

波形整形後の波形

シンクパルス

閾値を上げる

L H L H

(b)

周波数変更

発光素子駆動信号

光電変換後の波形

波形整形後の波形

シンクパルス

L H L

シンクパルス周波数変更

```

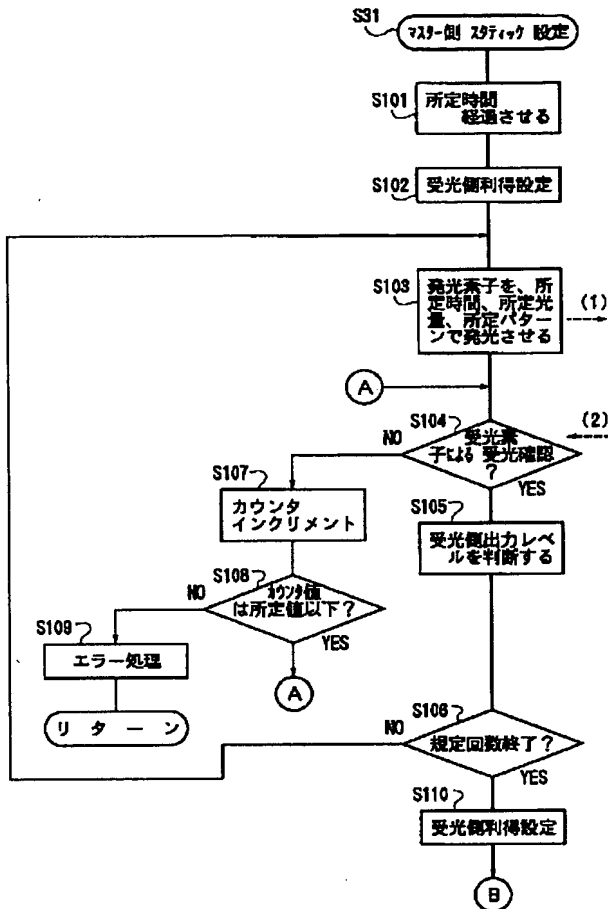
    graph TD
      subgraph (a)
        A1[CPU200 マイクロ-チップ] --> A2[S11 初期設定]
        A2 --> A3[S13 通信確認動作]
        A3 --> A4[S21 内部タイマ-スタート]
        A4 --> A5[S23 入力]
        A5 --> A6[S26 コピー動作]
        A6 --> A7[S27 出力]
        A7 --> A8{S28 内部タイマ-終了?}
        A8 -- NO --> A4
        A8 -- YES --> A4
      end

      subgraph (b)
        B1[CPU201 マイクロ-チップ] --> B2[S51 初期設定]
        B2 --> B3[S53 通信確認動作]
        B3 --> B4[S81 内部タイマ-スタート]
        B4 --> B5[S63 入力]
        B5 --> B6[S67 出力]
        B6 --> B7{S68 内部タイマ-終了?}
        B7 -- NO --> B4
        B7 -- YES --> B4
      end

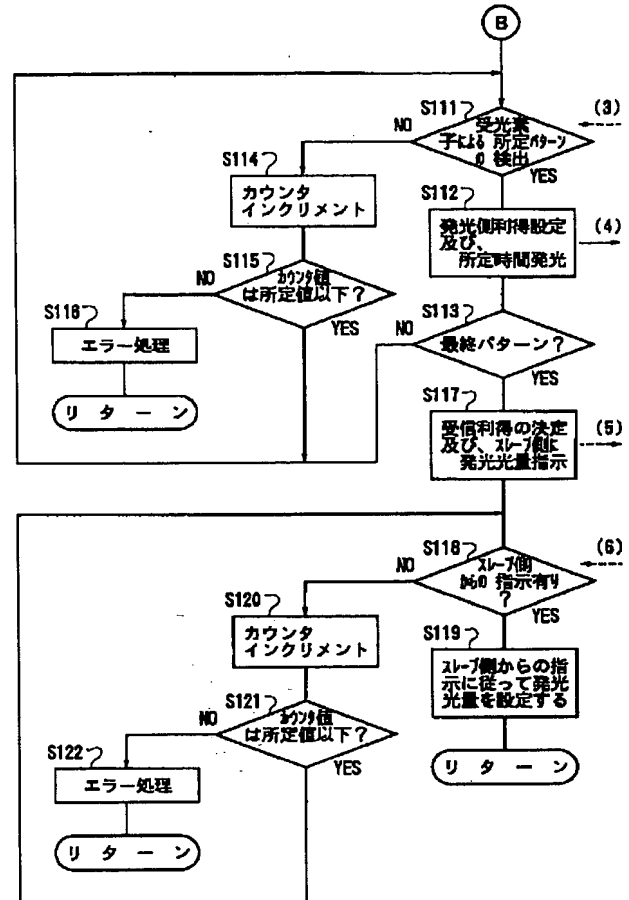
      subgraph (c)
        C1[S131 ホスト側通信確認動作] --> C2[S31 スタティック設定]
        C2 --> C3[S33 ダイナミック設定]
        C3 --> C4[リターン]
      end

      subgraph (d)
        D1[S531 スレーブ側通信確認動作] --> D2[S71 スタティック設定]
        D2 --> D3[S73 ダイナミック設定]
        D3 --> D4[リターン]
      end
  
```

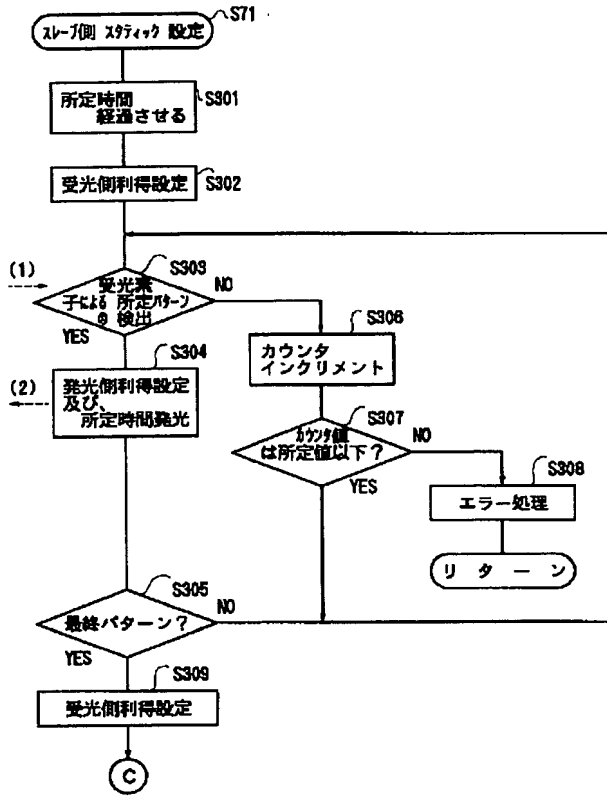
【図 11】



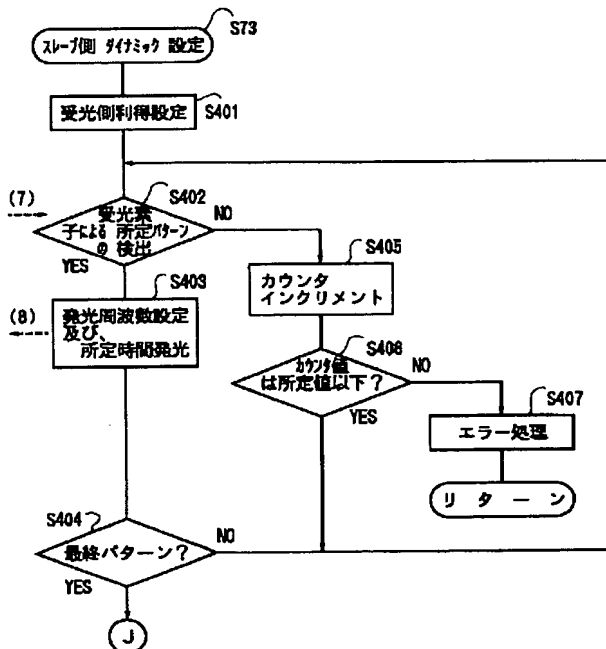
【図 12】



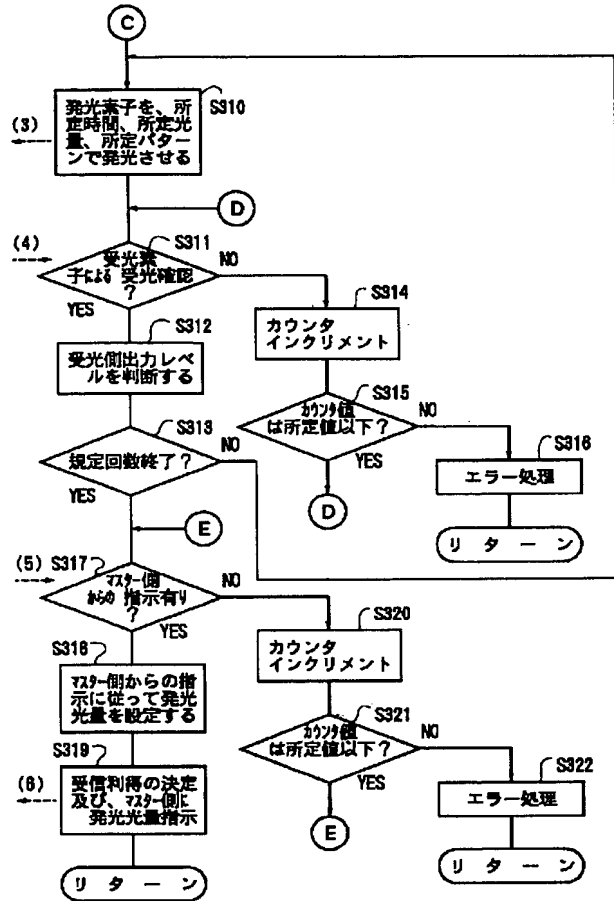
【図 13】



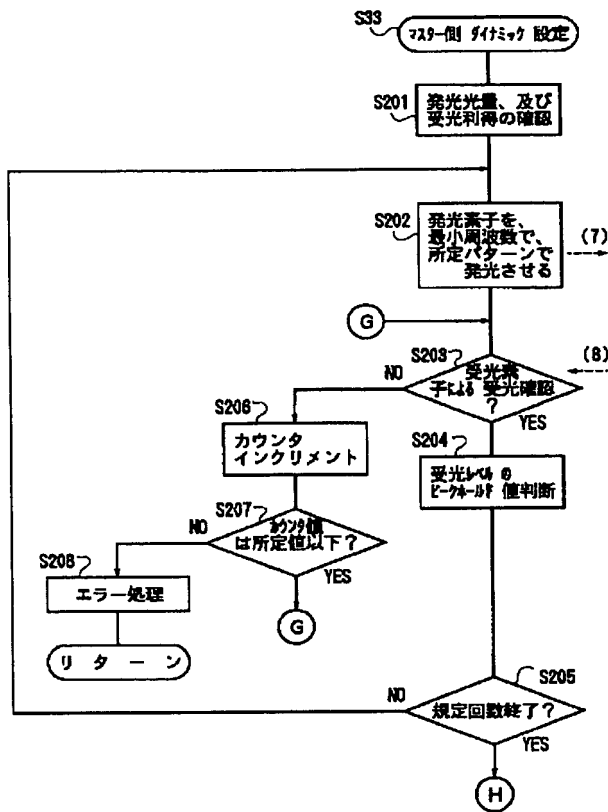
【図 17】



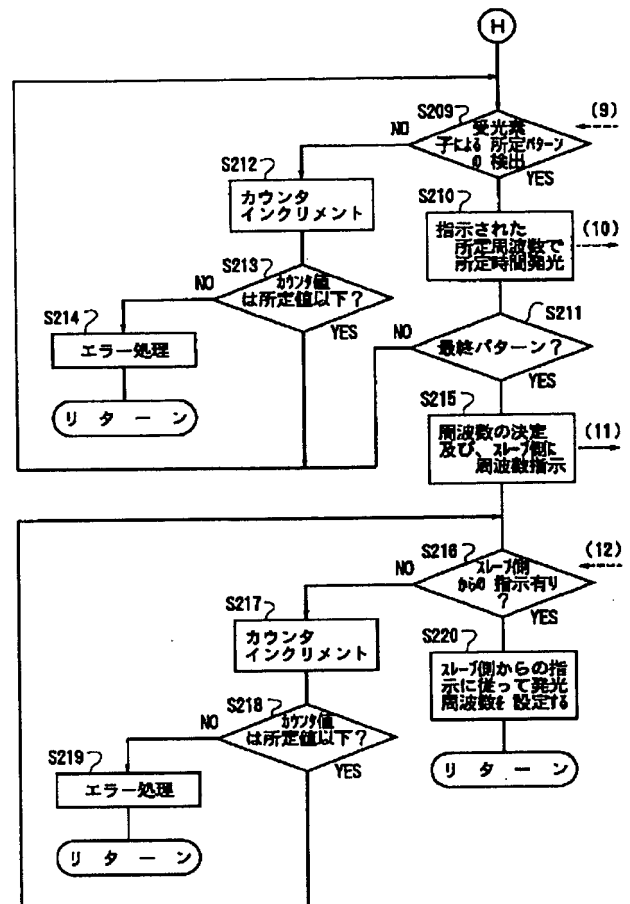
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【図 18】

